

Метод уменьшения размеров микроволновых микрополосковых устройств деления мощности

Летавин Денис Александрович

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Мительман Юрий Евгеньевич

d.a.letavin@urfu.ru

Стандартные мостовые устройства используются в различных областях радиотехники: в радиолокации, радионавигации, связи, антенных системах, радиоизмерениях и других областях техники. Данные устройства могут быть использованы в качестве функциональных узлов при проектировании делителей мощности, смесителей, модуляторов, сумматоров мощности, диаграммообразующих схем антенных решеток. Конструкции шлейфных и кольцевых мостов состоят из отрезков линий передачи с фазовым сдвигом 90° и 270° , и отличаются простотой реализации. На данный момент известно множество способов и методик, позволяющих сократить площадь, занимаемую микрополосковыми мостовыми устройствами на печатной плате. Например, в работах [1, 2, 3] предложено уменьшение габаритов при помощи квази-сосредоточенных элементов, в [4] периодические емкостные нагрузки, в [5] несимметричные Т-образные структуры, в [6-8] фильтры нижних частот. Стоит отметить, что не все перечисленные конструкции удобны при изготовлении или сохраняют характеристики устройства на уровне характеристик мостов стандартных размеров. В данной работе представлен метод, который позволяет уменьшить размеры моста, используя вместо отрезков линий передачи фильтры нижних частот (ФНЧ), которые можно просто и быстро спроектировать.

Мост – устройство с четырьмя входами, предназначенное для деления мощности поровну между двумя его выходами, притом, что оставшийся выход является развязанным (не возбуждается). Мостовые устройства обладают рядом принципиально важных характеристик: баланс плеч, полоса рабочих частот, развязка, согласование, разность фаз между выходными портами. Наиболее популярная конструкция двухшлейфного моста представляет собой два отрезка 50-омных линий передачи, связанных между собой 35-омными четвертьволновыми шлейфами. Для проектирования была выбрана подложка из стеклотекстолита Rogers RT с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 6.15$, тангенсом угла диэлектрических потерь $\tan\delta = 0.001$ и толщиной $h = 1$ мм. В предлагаемом методе первоначально синтезируются необходимые ФНЧ, настроенные на свое входное сопротивление и фазовый сдвиг на заданной центральной частоте. После установки этих фильтров вместо микрополосковых линий (МПЛ), получается компактная конструкция моста, состоящая из четырех попарно одинаковых фильтров 5-го порядка (рис.1). Весь процесс проектирования производится в программе AWR Design Environment 12. Результаты численного моделирования также представлены на рис.1.

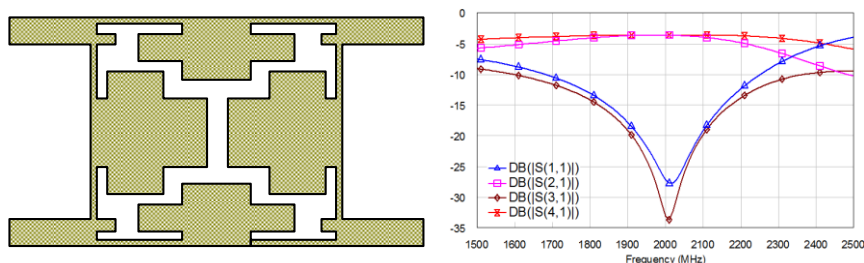


рис. 1. Топология и характеристики моста

Разработанное устройство имеет следующие характеристики: полезная полоса пропускания (определяемая по развязке 20 дБ) составляет 186 МГц (9,3% от центральной частоты), коэффициент отражения от входного порта (S_{11}) имеет значение – 27 дБ на центральной частоте 2 ГГц.

С применением ФНЧ вместо четвертьволновых отрезков линии передачи, получилось реализовать компактную конструкцию двухшлейфного моста, работающего на центральной частоте 2 ГГц, имеющего уменьшенную на 69.5% по сравнению со стандартным мостом занимаемую площадь. При этом полоса рабочих частот по уровню развязки -20 дБ сокращается всего примерно на 23%.

Список публикаций:

- [1] Liao S.-S. and Peng J.-T., // IEEE Trans. Microw. TheoryTech., vol. 54, pp. 3508-3514, Sep. 2006.
- [2] Щетинин Н.Н., Мельник В.А. // Вестник Воронежского института ФСИИ России. 2014. № 4. С. 26-28.
- [3] Щетинин Н.Н., Останков А.В., Воробьева Е.И. // Вестник Воронежского гос.о тех. у-а. 2014. Т. 10. № 3-1. с. 66-70.
- [4] Eccleston K. W., Ong S. H. M. // IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 51, pp. 2119-2125, Oct. 2003.
- [5] Liao S.-S.Sun., P.-T., Chin N.-C. and Peng J.-T. // IEEE Microw.Wireless Compon.Lett. vol. 15, pp. 588-590, Sep. 2005.
- [6] Letavin, D.A., Mitelman, Y.E., Chechetkin, V.A. // 2016 10th European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2016.
- [7] Letavin, D.A., Mitelman, Y.E., Chechetkin, V.A. // 2015 Loughborough Antennas and Propagation Conference, LAPC 2015.
- [8] Letavin, D.A., Mitelman, Y.E., Chechetkin, V.A., // 2015 IEEE International Conference on Microwaves, Communications, Antennas and Electronic Systems, COMCAS 2015.